

## Front matter

---

title: "Лабораторная работа 2" subtitle: "Работа в GIT" author: "Куденко Максим"

## Generic otions

---

lang: ru-RU toc-title: "Содержание"

## Bibliography

---

bibliography: bib/cite.bib csl: pandoc/csl/gost-r-7-0-5-2008-numeric.csl

## Pdf output format

---

toc: true # Table of contents toc-depth: 2 fontsize: 12pt linestretch: 1.5 papersize: a4 documentclass: scrreprt

## l18n polyglossia

---

polyglossia-lang: name: russian options: - spelling=modern - babelshorthands=true polyglossia-otherlangs: name: english

## l18n babel

---

babel-lang: russian babel-otherlangs: english

## Fonts

---

mainfont: Times New Roman romanfont: Times New Roman sansfont: Times New Roman monofont: Times New Roman mainfontoptions: Ligatures=TeX romanfontoptions: Ligatures=TeX sansfontoptions: Ligatures=TeX,Scale=MatchLowercase monofontoptions: Scale=MatchLowercase,Scale=0.9

## Biblatex

---

biblatex: true biblio-style: "gost-numeric" biblatexoptions:

- parenttracker=true
- backend=biber

- `hyperref=auto`
- `language=auto`
- `autolang=other*`
- `citestyle=gost-numeric`

## Pandoc-crossref LaTeX customization

---

`figureTitle: "Рис." tableTitle: "Таблица" listingTitle: "Листинг" lofTitle: "Список иллюстраций" lotTitle: "Список таблиц" lolTitle: "Листинги"`

## Misc options

---

`indent: true header-includes:`

- `\usepackage{indentfirst}`
- `\usepackage{float} # keep figures where there are in the text`
- `\floatplacement{figure}{H} # keep figures where there are in the text`

## Цель работы

---

Рассмотреть пример построения математической модели для выбора правильной стратегии при решении задач поиска. Рассмотреть задачу преследования браконьеров береговой охраной. На море в тумане катер береговой охраны преследует лодку браконьеров. Через определенный промежуток времени туман рассеивается, и лодка обнаруживается на расстоянии  $k$  км от катера. Затем лодка снова скрывается в тумане и уходит прямолинейно в неизвестном направлении. Известно, что скорость катера в 2 раза больше скорости браконьерской лодки. Необходимо определить по какой траектории необходимо двигаться катеру, чтобы догнать лодку

## Задание:

---


1. Провести рассуждения и вывод дифференциальных уравнений, если скорость катера больше скорости лодки в  $n$  раз (значение  $n$  задайте самостоятельно)
2. Построить траекторию движения катера и лодки для двух случаев. (Задайте самостоятельно начальные значения) Определить по графику точку пересечения катера и лодки

## Ход выполнения работы

---

1. Принимаем  $t_0=0$ ,  $x_0=0$  - место нахождения лодки браконьеров в момент обнаружения,  $x_{k0}=k$  - место о нахождения катера береговой охраны относительно лодки браконьеров в момент обнаружения лодки.
2. Введем полярные координаты. Считаем, что полюс - это точка обнаружения лодки браконьеров  $x_{l0}$  ( $\theta=x_{l0}=0$ ), а полярная ось  $r$  проходит через точку нахождения катера береговой охраны.
3. Траектория катера должна быть такой, чтобы и катер, и лодка все время были на одном расстоянии от полюса  $\theta$ , только в этом случае траектория катера пересечется с траекторией лодки.
4. Чтобы найти расстояние  $x$  (расстояние после которого катер начнет двигаться вокруг полюса), необходимо составить простое уравнение. Пусть через время  $t$  катер и лодка окажутся на одном расстоянии  $x$  от полюса. За это время лодка пройдет  $x$ , а катер  $k-x$  (или  $k+x$  в зависимости от начального положения катера относительно полюса). Время, за которое они пройдут это расстояние, вычисляется как  $\frac{x}{v}$  или как  $\frac{k-x}{nv}$  ( $\frac{k+x}{nv}$  для второго случая). Так как время одно и то же, то эти величины одинаковы. Тогда неизвестное расстояние  $x$  можно найти из следующего уравнения:  $\frac{x}{v} = \frac{k-x}{nv}$  в первом случае или  $\frac{x}{v} = \frac{k+x}{nv}$  во втором.

Отсюда проучим два занчения  $x_1 = \frac{k}{n+1}$  и  $x_1 = \frac{k}{n-1}$ .

5. После того, как катер береговой охраны окажется на одном расстоянии от полюса, что и лодка, он должен сменить прямолинейную траекторию и начать двигаться вокруг полюса удаляясь от него со скоростью лодки  $v$ . Для этого скорость катера раскладываем на две составляющие:  $v_r$  - радиальная скорость и  $v_{\tau}$  - тангенциальная скорость. Радиальная скорость - это скорость, с которой катер удаляется от полюса,  $v_r = \frac{dr}{dt}$ . Нам нужно, чтобы эта скорость была равна скорости лодки, поэтому полагаем  $\frac{dr}{dt} = v$ . Тангенциальная скорость – это линейная скорость вращения катера относительно полюса. Она равна произведению угловой скорости  $\frac{d\theta}{dt}$  на радиус  $r$ ,  $v_r = r \frac{d\theta}{dt}$   1 (Screen 1) Из рисунка видно:  $v_{\tau} = \sqrt{2} \sqrt{4v^2 - v^2} = \sqrt{2} \sqrt{4.2} v$ . Тогда получаем  $r \frac{d\theta}{dt} = \sqrt{2} \sqrt{4.2} v$ .

6. Решение исходной задачи сводится к решению системы из двух дифференциальных уравнений 
$$\begin{cases} \frac{dr}{dt} = v \\ \frac{d\theta}{dt} = \sqrt{2} \sqrt{4.2} v \end{cases}$$

с начальными условиями 
$$\begin{cases} \theta_0 = 0 \\ r_0 = x_1 \end{cases}$$

или 
$$\begin{cases} \theta_0 = -\pi \\ r_0 = x_2 \end{cases}$$

Исключая из полученной системы производную по  $t$ , можно перейти к следующему уравнению: 
$$\frac{dr}{d\theta} = \frac{\theta}{r} \sqrt{2} \sqrt{4.2}$$

Для решения задачи напишем такой код

```
''' // # загружаем библиотеки using Plots using DifferentialEquations
```

# distance between coastguard boat and smuggler's boat

```
const s = 17.3 const n = 5.1
```

```
#distance from the spiral beginning const r01 = s/(n+1) const r02 = s/(n-1)
```

```
const l1 = (-1, 3*pi) const l2 = (-pi, pi)
```

```
function F(u,p,t) return u / sqrt(n*n -1) end
```

```
#diff equation and it's solution problem = ODEProblem(F,r01,l1)
```

```
res = solve(problem, abstol=1e-8, reltol=1e-8) @show res.u @show res.t
```

```
dxR = rand(1:size(res.t)[1]) rAng = [res.t[dxR] for i in 1:size(res.t)[1]]
```

```
#canvas1 plt = plot(proj=:polar, aspect_ratio=:equal, dpi = 1000, legend=true,bg=:white) plot!(
plt,xlabel="theta",ylabel="r(t)",title="Chase task - case 1", legend=:outerbottom) plot!(plt,
[rAng[1],rAng[2]], [0.0,res.u[size(res.u)[1]]],label="smuggler's boat trajectory", color=:blue,lw = 1)
scatter!(plt,rAng,res.u,label = "",mc=:blue,ms=0.0005) plot!(plt,res.t,res.u,xlabel = "theta", ylabel =
"r(t)", label = "coastguard boat trajectory", colot=:green, lw = 1 ) scatter!
(plt,res.t,res.u,label="",mc=:green, ms=0.0005)
```

```
savefig(plt, "lab02_01.png")
```

```
problem = ODEProblem(F,r02,l2) res = solve(problem, abstol=1e-8, reltol=1e-8) dxR =
rand(1:size(res.t)[1]) rAng = [res.t[dxR] for i in 1:size(res.t)[1]]
```

```
#canvas2 plt2 = plot(proj=:polar, aspect_ratio=:equal, dpi = 1000, legend=true,bg=:white) plot!
(plt2,xlabel="theta",ylabel="r(t)",title="Chase task - case 1", legend=:outerbottom) plot!(plt2,
[rAng[1],rAng[2]], [0.0,res.u[size(res.u)[1]]],label="smuggler's boat trajectory", color=:blue,lw = 1)
scatter!(plt2,rAng,res.u,label = "",mc=:blue,ms=0.0005) plot!(plt2,res.t,res.u,xlabel = "theta", ylabel =
"r(t)", label = "coastguard boat trajectory", colot=:green, lw = 1 ) scatter!
(plt2,res.t,res.u,label="",mc=:green, ms=0.0005)
```

```
savefig(plt2, "lab02_02.png") '''
```

Результат:



2 (Screen 2)



lab02\_01 (Screen 3)



lab02\_02 (Screen 4)

Координаты встречи 1: 300,-8 Координаты встречи 2: 180,0

## Заключение

---

Цели выполнены, задачи достигнуты. Был рассмотрен пример математической модели погони а также были построены графики к этой модели.